

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Ciências

Departamento de Estatística e Investigação Operacional



**INTEGRAÇÃO E REFORMULAÇÃO DE MODELOS  
DE ESCALONAMENTO NO SERVIÇO DE CENTRO  
DE CONTACTOS**

**Isabel Maria Roxo Candoso**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

**VERSÃO PÚBLICA**

Mestrado em Estatística e Investigação Operacional

Especialização em Investigação Operacional

**2014**

UNIVERSIDADE DE LISBOA

Faculdade de Ciências

Departamento de Estatística e Investigação Operacional



LISBOA

---

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

**INTEGRAÇÃO E REFORMULAÇÃO DE MODELOS  
DE ESCALONAMENTO NO SERVIÇO DE CENTRO  
DE CONTACTOS**

**Isabel Maria Roxo Candoso**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

**VERSÃO PÚBLICA**

Mestrado em Estatística e Investigação Operacional

Especialização em Investigação Operacional

Orientadores:

João Miguel Paixão Telhada, FCUL

Ana Micaela da Graça Rodrigues, Teleperformance Portugal

**2014**

## **Resumo**

O estágio a que se refere este relatório foi efectuado no Departamento de Scheduling da empresa Teleperformance Portugal. Esta é uma empresa multinacional francesa fundada em 1978, que fornece serviços de apoio ao consumidor, suporte técnico, telemarketing e de centro de contactos (call center) a outras empresas. Representa empresas internacionais dos mais variados sectores em operações de atendimento ao cliente que abrangem mais de 66 idiomas diferentes.

Como é uma empresa que funciona essencialmente com base em agentes telefónicos, com o crescimento da empresa surgiu a necessidade de criar uma forma de distribuir os funcionários pelos seus postos de trabalho de forma a melhorar o nível de serviço (aumentar o número de chamadas atendidas e de chamadas efectuadas com sucesso), aumentando os lucros e ao mesmo tempo reduzindo o número de recrutamentos desnecessários.

Assim sendo, a empresa acabou por recorrer a métodos de investigação operacional que permitam otimizar a geração dos horários dos seus agentes.

Sendo que aquando do início deste estágio a empresa já utilizava alguns modelos matemáticos, o intuito geral deste consistiu então na reformulação destes modelos já existentes e na construção de um único que permita abranger todas as situações a considerar na geração dos diferentes horários.

Para além da apresentação dos modelos iniciais e do final, serão ainda apresentados e descritos neste relatório todos os desenvolvimentos que foram solicitados à equipa informática da empresa no âmbito da construção do novo modelo.

## **Abstract**

This report is about an internship at the Planning Department of Teleperformance, a French Multinational Company which was founded in 1978.

Teleperformance provides customer and technical support, telemarketing and call center services to others companies. It has been serving companies around the world, operating in various industries and conducting programs in more than 66 different languages.

This company works basically with customer service representatives (CSR) and with its growing arose the need of developing a way to allocate employees to their workstations, increasing the number of incoming and outcoming calls and maximizing the profits, as well as, minimizing the number of unnecessary recruitments.

To be able to do this, the company decided to use operational researching methods which would optimize the schedules generation.

At the beginning of this internship the company was already using some mathematical models, so the main goal was to reformulate the existing models and create a new one that would embrace all the possible situations for the different schedules.

Finally in this report, as well as the presentation of the existing models and the final model, it will still be present and described all developments required in the internship that have been requested to the IT Department.

# Índice

Índice de Figuras .....	2
Glossário .....	3
Introdução.....	4
1. Contextualização .....	5
1.1. Apresentação do negócio .....	5
1.2. Planeamento e Gestão de Horários .....	8
1.3. Produção de Horários.....	12
1.4. Método de Resolução do problema.....	14
2. Contextualização Bibliográfica .....	17
3. Regras a considerar na Gestão de Horários .....	18
3.1. Regras Legais.....	18
3.2. Regras de Negócio .....	19
4. Modelação .....	22
5. Avaliação do Modelo final.....	23
5.1. Teste 1 - Horários Semanais sem marcações ao fim de semana.....	23
5.2. Teste 2 - Horários Semanais com marcações ao fim de semana.....	26
6. Conclusões e Futuros Desenvolvimentos .....	29
7. Bibliografia .....	31

## Índice de Figuras

Figura 1 - Relação entre clientes e centro de contactos .....	6
Figura 2 - Chamada de <i>inbound</i> .....	7
Figura 3 - Chamada de <i>outbound</i> .....	7
Figura 4 - Relação entre Departamentos .....	9
Figura 5 - Tipos de Geração de Horários .....	12
Figura 6 - Processo de Gestão de Horários .....	12
Figura 7 - Evolução do volume de chamadas de uma campanha .....	13
Figura 8 - Relação entre alterações no modelo e o crescimento do centro de contactos .....	15
Figura 9 - Evolução do Modelo de Geração.....	16
Figura 10 - Distribuição semanal dos agentes nos horários gerados pelo Modelo Inicial para o Teste 1 .....	23
Figura 11 - Horários de 5 agentes gerados com o Modelo Inicial para o Teste 1 .....	24
Figura 12 - Distribuição semanal dos agentes nos horários gerados pelo Modelo Final para o Teste 1 .....	24
Figura 13 - Horários de 5 agentes gerados com o Modelo Final para o Teste 1 .....	25
Figura 14 - Distribuição semanal dos agentes nos horários gerados pelo Modelo Inicial para o Teste 2.....	26
Figura 15 - Horários de 5 agentes gerados com o Modelo Inicial para o Teste 2 .....	26
Figura 16 - Distribuição semanal dos agentes nos horários gerados pelo Modelo Fim para o Teste 2 .....	27
Figura 17 - Horários de 5 agentes gerados com o Modelo Final para o Teste 2.....	27
Figura 18 - Comparação entre Modelo Inicial e Modelo Final .....	28
Figura 19 – Marcação de agentes com 6 dias consecutivos entre semanas e folgas consecutivas .....	30

## Glossário

**Centro de Contactos** – Empresa que presta serviços de apoio ao cliente e telemarketing.

**Call Center** – Ver Centro de Contactos.

**CSR** – Customer Service Representative – Agentes do centro de contactos.

**Login** – Código que identifica de forma única os agentes da empresa.

**Cliente** – Empresa à qual o centro de contactos presta serviços.

**Chamada de Inbound** – Chamadas recebidas pelos agentes do centro de contactos.

**Chamada de Outbound** – Chamadas efectuadas pelos agentes do centro de contactos.

**Site** – Edifício do Centro de Contactos.

**SLA** – *Service Level Agreement*. Corresponde ao que foi acordado entre o centro de contactos e o cliente do centro, onde se incluem os objectivos da campanha (por exemplo número de chamadas atendidas ou efectuadas dependendo do caso).

**Campanha** – Identifica o tipo de trabalho que cada agente tem num centro de contactos.

Exemplo:

*Campanha de email:* Os agentes durante o seu horário tratam de todos os emails de apoio de um determinado cliente.

*Campanha de inbound:* Os agentes atendem as chamadas recebidas no centro de contactos.

**Grupo** – Conjunto de campanhas de um mesmo cliente que partilham características e cujos horários podem portanto ser gerados em simultâneo.

**Nível de Serviço** – Ver SLA.

**Departamento de Scheduling** – Departamento responsável pela gestão dos horários.

**Departamento de Mission Control** – Departamento que efectua a previsão do número de chamadas para cada campanha, efectuando uma gestão em tempo real da evolução do número de chamadas em cada campanha.

**Departamento Employee Support** – Departamento de atendimento e apoio aos agentes.

**Projecto** – Conjunto de todas as campanhas de um cliente, independente das características de cada uma.

## Introdução

No presente documento é apresentado um método de resolução de um problema inerente ao escalonamento de agentes de um centro de contactos.

Na primeira secção deste documento – Contextualização – é feita uma introdução ao tema e ao negócio dos centros de contactos, sendo feita a explicação de todos os termos e características deste.

Sendo a secção que servirá de base a todo o documento esta encontra-se dividida em quatro partes:

1. Apresentação do negócio
2. Planeamento e Gestão de Horários
3. Produção de Horários
4. Método de Resolução do problema

Na segunda secção - Contextualização Bibliográfica – são indicadas algumas abordagens já existentes a problemas similares.

Na terceira secção - Regras a considerar na Gestão de Horários - são apresentadas todas as regras de marcação dos horários de forma a clarificar as restrições que deverão ser contempladas no método de resolução do problema de escalonamento dos agentes.

Estando já o problema apresentado, na quarta secção – Modelação Inicial - é clarificada a forma como o problema foi solucionado inicialmente, sendo descrito todo a modelação efectuada.

A quinta secção – Reformulação dos modelos e construção do modelo único - consiste no ponto fulcral deste trabalho uma vez que apresenta todo o trabalho efectuado que serviu de base a este documento.

Na sexta secção – Reformulação do modelo único - pretende-se descrever o processo de melhoramento que o novo modelo sofreu após serem encontrados os pontos fracos deste.

Tendo sido já encontrado e implementado o modelo final, é feita uma avaliação deste na secção – Avaliação do Modelo Final - de forma a determinar os impactos do trabalho efectuado. Desta forma é ainda possível perceber se existirão ainda melhoramentos a efectuar e determinar a viabilidade de novas implementações.



# 1. Contextualização

O documento que se apresenta tem como foco o negócio inerente aos centros de contactos e procura encontrar uma solução para o problema de escalonamento dos agentes do centro. Este processo de escalonamento tem de obedecer a uma série de regras específicas (estas regras serão explicitadas mais adiante neste documento), o que implica uma elevada complexidade organizativa no centro de contactos.

É esse processo de escalonamento que serve de base a este documento, uma vez que se procura encontrar uma forma de tornar o processo o mais eficaz e automático possível.

Antes de se aprofundar o processo de escalonamento, fazer-se-á uma introdução ao negócio de forma a que sejam claras as implicações de um mau planeamento e escalonamento dos agentes.

Assim sendo, serão apresentados de seguida quatro diferentes secções, que permitam ao longo deste documento perceber todos os conceitos e pormenores do problema.

A primeira secção consiste numa introdução ao negócio, onde são explicitados todos os conceitos que envolvem um centro de contactos. A segunda secção corresponde à explicação detalhada do processo de planeamento e gestão de horários. A terceira secção apresenta o processo de produção dos horários e a quarta e última secção deste capítulo, revela qual o método de resolução escolhido para o problema de gestão de horários, mostrando a evolução deste método.

## **1.1. Apresentação do negócio**

Um centro de contactos tem uma estrutura muito própria tanto a nível de estruturas físicas como a nível de distribuição hierárquica dos funcionários da empresa.

Uma vez que um centro de contactos consiste num conjunto de centros de atendimento e apoio a clientes, a estrutura deste encontra-se preparada fisicamente para a distribuição dos diferentes agentes por equipas, dependendo do serviço prestado por cada um.

Com a evolução e crescimento do centro de contactos, são criadas novas instalações associadas ao centro, dando-se o nome de “site” a cada uma dessas instalações.

A nível da divisão dos colaboradores do centro de contactos, é necessário esclarecer que existem vários departamentos a considerar, entre os quais se encontram os seguintes:

- Departamento de *Scheduling*
- Departamento de *Recrutamento*
- Departamento de Mission Control
- Departamento de *Formação*
- Departamento de *Employee Support*
- *Operação*

Seguindo a ordem apresentada, o departamento de *Scheduling* é responsável pela gestão dos horários e todos os assuntos com estes relacionados.

A equipa de *Recrutamento*, como o nome indica, é a equipa responsável pelo recrutamento quer de novos agentes para a *operação*, quer de novos funcionários para as equipas de *staff* do centro de contactos.

O *Mission Control*, é responsável pela gestão e organização em tempo real dos volumes de chamadas em função dos agentes existentes e ainda pela análise dos dados resultantes da operação. É este departamento que é responsável por efectuar as previsões dos volumes de chamadas de cada campanha – *forecast*.

O departamento de *Formação* encarrega-se de prestar a formação necessária aos agentes de forma a que estes fiquem especializados no atendimento de determinadas campanhas.

O *Employee Support* corresponde ao departamento que faz a ligação entre os agentes e os restantes departamentos, estando responsável pela inserção e actualização dos dados de cada agente no sistema de gestão do centro.

A *Operação* engloba tanto todos os agentes do centro de contactos como todos os funcionários que os coordenam directamente. A cada grupo de agentes está associado um supervisor de campanha sendo que a cada supervisor deverá corresponder uma equipa com no máximo 15 agentes.

De todos estes departamentos, o que serve de base para este documento é o departamento de *Scheduling*, uma vez que se pretende aqui explorar os métodos utilizados para a geração dos horários dos agentes.

Aos centros de contactos estão associados vários clientes, sendo que para cada cliente poderão existir vários tipos de atendimento. São estas diferenciações no atendimento que definem as várias campanhas associadas a cada cliente.

Estes clientes podem ser de variadas áreas de negócio, entre as quais:

- Telecomunicações
- Tecnologia
- Banca e Seguros
- Saúde
- Turismo
- Transportes

Tal como foi acima referido, um cliente consiste numa empresa à qual o centro de contactos presta os serviços. No entanto, a denominação cliente pode também servir para referir as entidades às quais cada uma dessas empresas presta os seus serviços.



Figura 1 - Relação entre clientes e centro de contactos

São portanto os clientes finais que interagem directamente com os agentes do centro de contactos.

O atendimento efectuado pelo centro de contactos pode ser efectuado de diferentes formas, sendo alguns exemplos:

- Chamada telefónica
- Email
- Chat

Dentro de cada um destes tipos de atendimento, pode ainda ser possível (dependendo do cliente) diferenciar o tipo de assunto tratado em cada interacção e a língua em que a mesma é efectuada.

Dentro das chamadas telefónicas, estas podem ser categorizadas em dois tipos:

- Chamada de inbound
- Chamada de outbound

No primeiro grupo estão incluídas todas as chamadas recebidas pelo centro de contactos, ou seja, todas as chamadas que os agentes terão de atender e que são feitas do exterior pelos utilizadores do serviço em questão.



Figura 2 - Chamada de *inbound*

No segundo grupo estão incluídas todas as chamadas efectuadas pelo centro de contactos, ou seja, todas as chamadas que os agentes efectuam. A este grupo pertencem, por exemplo, chamadas de venda de produtos e/ou serviços.



Figura 3 - Chamada de *outbound*

Aos dois tipos de chamadas referidos são aplicadas medidas de avaliação que permitem analisar e quantificar a qualidade de cada uma das chamadas. Com esta avaliação é possível perceber se o serviço prestado pelo centro de contactos se encontra ao nível do pretendido e acordado com o cliente e ainda avaliar o desempenho de cada um dos agentes.

No caso das chamadas de *inbound*, duas medidas de avaliação a considerar consistem no tempo de espera (tempo de espera para atendimento das chamadas por parte dos agentes) e no tempo médio de resolução - *handling time* (intervalo de tempo que vai desde o momento em que a chamada é atendida até ao término desta). A estas medidas estão associados custos uma vez que influenciam directamente o nível de serviço, ou seja, têm um impacto no número de chamadas atendidas:

- Quanto maior for o tempo de espera, maior o número de clientes a desistirem das chamadas.
- Quanto maior o tempo médio de resolução, menor o número de chamadas que são atendidas e consequentemente maior o tempo de espera.

No caso das chamadas de *outbound*, são utilizadas bases de dados com os contactos dos clientes e são estas bases de dados que são trabalhadas, sendo as chamadas distribuídas aleatoriamente por cada agente. Uma medida de avaliação utilizada neste caso é a *venda/hora*, que corresponde ao número de atendimentos com sucesso a cada hora feitos por cada agente. No

caso de ser uma chamada na área de vendas, um atendimento com sucesso considera-se uma chamada em que o agente conseguiu vender o produto ao cliente.

Uma vez que o funcionamento do centro de contactos depende essencialmente de chamadas telefónicas, é necessário encontrar um ponto de equilíbrio no número de agentes para que as chamadas sejam distribuídas da melhor forma pelos agentes. Esta distribuição deverá ser de forma a que:

- Existam sempre agentes disponíveis para responder ao volume de chamadas existente - sem agentes em falta em nenhum período de funcionamento da campanha.
- Não existam demasiados agentes disponíveis durante demasiado tempo - sem agentes em excesso em nenhum período de funcionamento da campanha.

O número de agentes deverá ser, portanto, suficiente em cada período de marcação para garantir o atendimento do número previsto de chamadas para esse período, garantindo um nível de serviço satisfatório.

Para assegurar a operação, o centro de contactos dispõe de um conjunto de agentes. Uma vez que cada um desses agentes se encontra associado a um cliente, estes têm de ter uma cuidada formação na área de negócio do cliente a eles inerente, sendo esta direccionada para a campanha onde irão ficar alocados e portanto efectuar o atendimento. Desta forma é feita uma divisão entre os agentes, levando a que cada um seja alocado à campanha correspondente à sua formação.

Pode, no entanto, dar-se o caso de a um agente serem atribuídas várias formações (ou seja, este pode ter formação em várias campanhas do mesmo cliente). Isto faz com que por vezes as campanhas partilhem recursos e, como tal a geração destas tenha de ser em simultâneo.

## **1.2. Planeamento e Gestão de Horários**

O processo de gestão de horários de um centro de contactos não é de todo simples, sendo um processo moroso com várias dependências e implicações nos restantes processos do centro.

Antes de aprofundar este tema é necessário clarificar o conceito de horário. Um horário corresponde à marcação de um agente para trabalhar, sendo este um intervalo de tempo durante o qual o agente presta serviços ao centro de contactos. De uma forma geral, um horário tem um ou dois turnos, dependendo da carga contratual semanal do agente, e encontra-se dentro do intervalo de funcionamento da campanha em que o agente tem formação. Cada campanha tem portanto um horário de funcionamento que, sendo mais ou menos alargado, é dividido em períodos de marcação. Enquanto que para algumas campanhas, cada período de marcação corresponde a uma hora, para outras campanhas, cada período de marcação corresponde a meia-hora. Esta variação depende do horário de funcionamento das campanhas ou ainda das disponibilidades dos agentes.

Tal como já foi referido, o departamento que se encontra encarregue do processo de gestão de horários tem a responsabilidade de gerar os horários de todos os agentes do centro de contactos. Para isto é necessário existir uma plataforma, a partir da qual se geram os horários, onde se insira toda a informação referente a cada um dos agentes e a cada uma das campanhas.

É com base nas informações existentes na plataforma que é possível gerar os horários para cada uma das campanhas, sendo que de forma a melhor satisfazer cada cliente recorre-se a

métodos de previsão que permitam antever o número de chamadas previstas em cada semana para cada campanha.

Esta previsão encontra-se a cargo do *Mission Control*, que utilizando os métodos de previsão adequados determina o número de agentes necessários em cada período de marcação de cada dia para cada campanha.

É esta previsão que é inserida na plataforma de gestão de forma a atribuir uma previsão de necessidades a cada uma das campanhas existentes no centro de contactos.

No entanto, uma vez que algumas previsões de chamadas podem alterar de um dia para o outro, existem alguns casos em que a própria operação efectua alterações directas no número de agentes necessários em cada período de cada dia. Nestes casos a inserção do *forecast* encontra-se a cargo dos responsáveis de cada campanha ao invés do *Mission Control*, sendo este revisto e por vezes alterado diariamente de forma a espelhar todas as necessidades das campanhas.

Uma vez que todos os atributos dos agentes são dinâmicos e podem alterar ao longo do tempo, estes são inseridos e posteriormente actualizados na plataforma de gestão do centro de contactos pelo *Employee Support*. As responsabilidades deste departamento passam por dar assistência aos agentes, respondendo a todas as suas questões e pedidos relativos quer aos seus contratos de trabalho, quer aos seus horários.

De acordo com a formação que cada agente teve, é inserida em sistema, pelo departamento de *Scheduling*, uma aptidão para trabalhar na campanha correspondente a essa formação. Desta forma garante-se que os agentes que estão a trabalhar em cada uma das campanhas são qualificados para tal.

Caso com o decorrer do tempo um agente seja transferido para outra(s) campanha(s), cabe aos responsáveis dos projectos transmitir essa informação ao departamento de gestão de horários por forma a alterar em sistema a aptidão do agente. Na nomenclatura utilizada no processo, à atribuição de uma aptidão para trabalhar em determinada campanha chama-se atribuir “ok” numa campanha e à retirada da aptidão, atribuir “ko” na campanha.

Desta forma é possível verificar que o processo de gestão de horários encontra-se directamente dependente de outros departamentos o que eleva a complexidade do processo. Surgindo atrasos ou erros na inserção de informação na plataforma de gestão, a geração dos horários encontra-se por vezes comprometida, criando atrasos na divulgação dos horários aos agentes.

Veja-se a relação entre o departamento de gestão de horários e os restantes acima referidos:

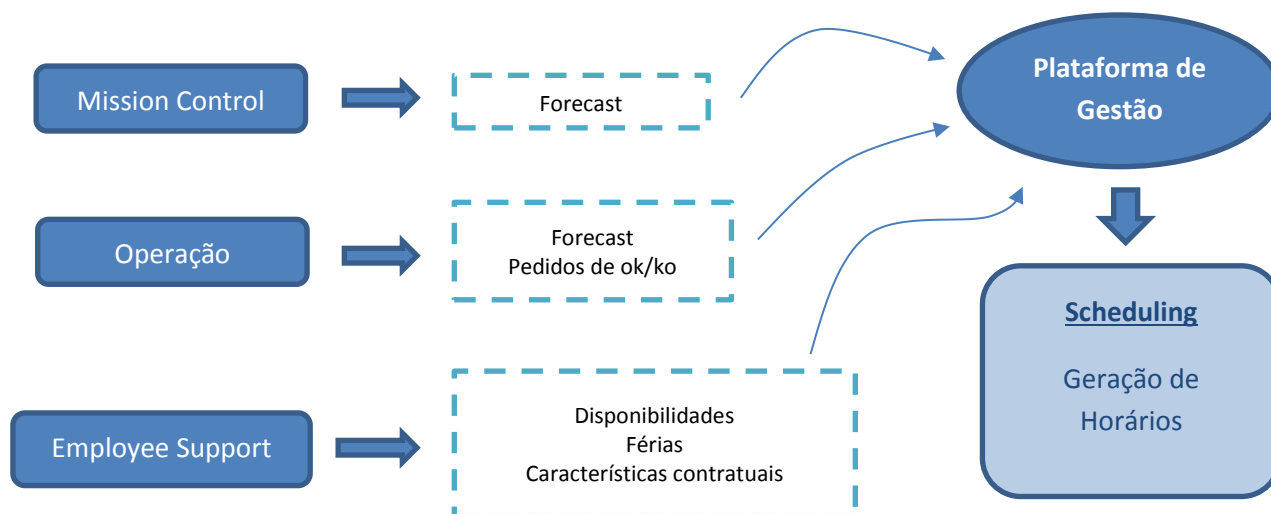


Figura 4 - Relação entre Departamentos

Para a geração dos horários de cada uma das campanhas é, portanto, necessário ter em conta um conjunto de informações:

- Necessidades da campanha a cada meia hora ou hora (número de agentes necessários em linha em cada período de marcação);
- Disponibilidade dos agentes;
- Campanhas em que o agente tem formação;
- Regras de negócio estabelecidas a priori.

Relativamente às disponibilidades dos agentes, há que ter em conta os seguintes parâmetros, uma vez que estes irão influenciar os horários destes:

1. Férias – Caso um agente esteja de férias, não será marcado horário para esse dia. No entanto, as férias apenas influenciam a carga horária a marcar se forem marcadas em dias úteis.

Exemplo 1:

Um agente com carga contratual de 40 horas teria, durante o total da semana, de ser marcado 5 dias.

Se o agente marcar férias de segunda a quarta-feira, são descontados três dias na carga contratual, ficando ainda dois por marcar nos restantes dias da semana, podendo inclusive ser marcado no fim de semana.

Se o agente marcar férias de sexta-feira a domingo, apenas é descontado um dia na carga contratual, mas a disponibilidade para marcar é retirada de sexta-feira até domingo. Assim sendo, o agente é ainda marcado quatro dias durante a semana, sendo que tem o fim de semana garantido de férias.

2. Baixas – Caso um agente se encontre de baixa, não será marcado para trabalhar nos dias correspondentes à baixa.
3. Aleitamento – Uma colaboradora que esteja em período de amamentação tem direito a trabalhar menos 25% do que o normal. Ou seja, por exemplo, para um agente com carga contratual de 40 horas semanais, este irá trabalhar apenas 30 horas por semana.

Como não se consegue prever com muita precisão a forma como o mercado vai reagir a uma nova publicidade de um cliente, torna-se complicado prever correctamente o volume de chamadas esperado. Assim sendo, as previsões de necessidades horárias são efectuadas para diferentes horizontes temporais, variando isto de campanha para campanha. Há ainda o caso em que todos os dias há alterações no volume de chamadas pelo que a previsão das necessidades destas campanhas é feita de uma forma diária.

De forma a ir de encontro às necessidades dos projectos são considerados horários com periodicidade diferentes. Tipicamente o centro de contactos considera os seguintes grupos:

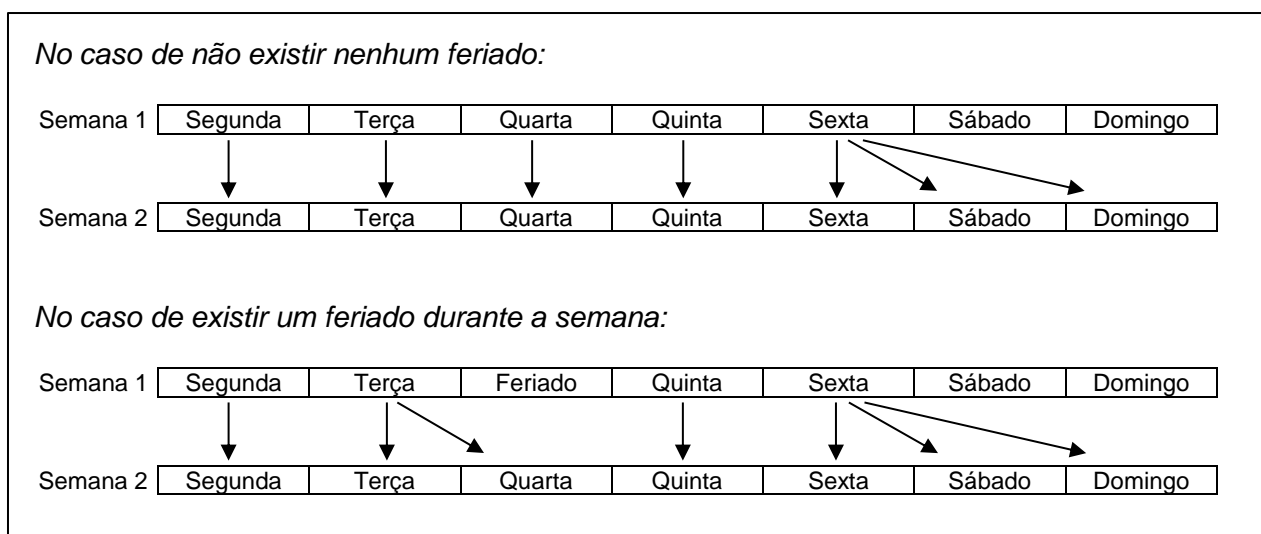
- Horários diários;
- Horários semanais
- Horários quinzenais
- Horários mensais

Enquanto que os horários diários permitem ver o horário de cada agente apenas um dia de cada vez, os horários que englobam uma semana ou mais, permitem fazer a relação entre os diferentes dias. Nos horários diários apenas é analisada a situação de cada campanha (e também a de cada agente) ao nível *intra-day*, visualizando apenas o volume de agentes que existem a mais ou a menos em cada período de marcação face ao *forecast* para esse período. Nos horários não

diários, é possível não só analisar os horários de forma *intra-day*, mas também de forma *inter-day*, ou seja, analisando a relação entre os diferentes dias. Desta forma é possível distribuir os agentes uniformemente pelos diferentes dias da semana (alterando as folgas de cada um), indo de encontro às necessidades das campanhas.

Os horários diários, tal como o nome indica, são gerados diariamente e com sete dias de antecedência. Ou seja, em cada dia são gerados os horários para o sétimo dia posterior ao dia actual. No caso da geração de dias não úteis - fins-de-semana e feriados - esta é feita também com os sete dias de antecedência mas no dia útil correspondente ao dia anterior ao dia não útil. No caso de existir um feriado durante a semana, os horários que seriam gerados nesse dia são gerados no dia útil imediatamente anterior.

#### Exemplo 2:



Os horários semanais e os horários quinzenais têm, legalmente, de ser disponibilizados aos agentes com sete dias de antecedência, pelo que são gerados na semana anterior à segunda-feira em que são disponibilizados.

A escolha entre a geração de uma ou várias semanas, cabe aos responsáveis de cada um dos projectos. Esta escolha depende das previsões para os volumes de chamadas, uma vez que com a variação destes volumes, varia o período para o qual existem previsões viáveis para a geração dos horários. Caso os volumes de chamadas de uma determinada campanha estejam constantemente a variar, opta-se por gerar um período de horários mais pequeno de forma a se conseguir ajustar as previsões mais facilmente e mais recorrentemente, acompanhando a evolução dos volumes de chamadas.

É de salientar que o departamento de *Scheduling* tem a responsabilidade de monitorizar os horários e identificar acréscimos ou reduções de volume em projectos e agir de acordo (apoiar a decisão de onde os colaboradores vão trabalhar e que formações vão receber), confirmando sempre com os responsáveis de projecto ou área de negócio em questão:

- necessidades de recrutamento;
- desvio de volume de outros projectos (da mesma área de negócio);
- a continuidade ou terminus de um projecto.

### 1.3. Produção de Horários

Assim sendo, houve necessidade de dividir a geração dos horários em três grandes grupos: Geração Quinzenal, Geração Semanal e Geração Diária.

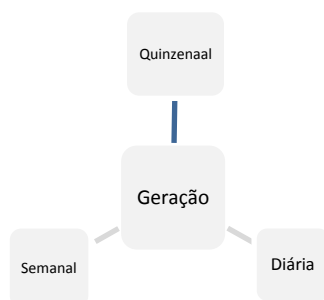


Figura 5 - Tipos de Geração de Horários

O programa de geração automática dos horários gera o dia, a semana ou a quinzena conforme as regras estabelecidas para cada modelo.

Após a geração dos horários é feita a validação manual dos horários, com o intuito de efectuar alguns ajustes devido a possíveis reforecasts ou pedidos por parte de outros departamentos.

Segue-se um esquema ilustrativo do processo de gestão de horários:

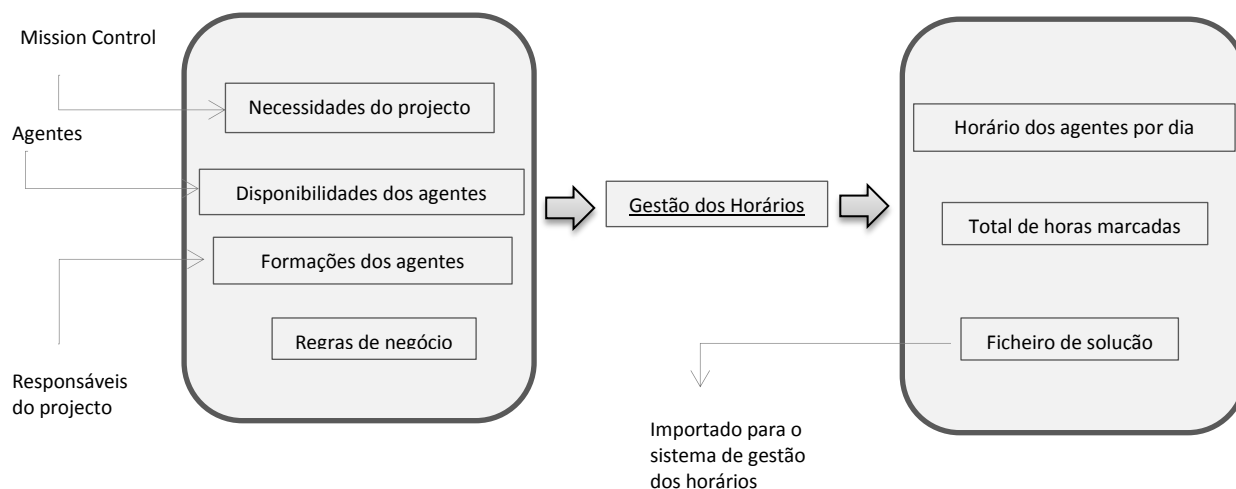
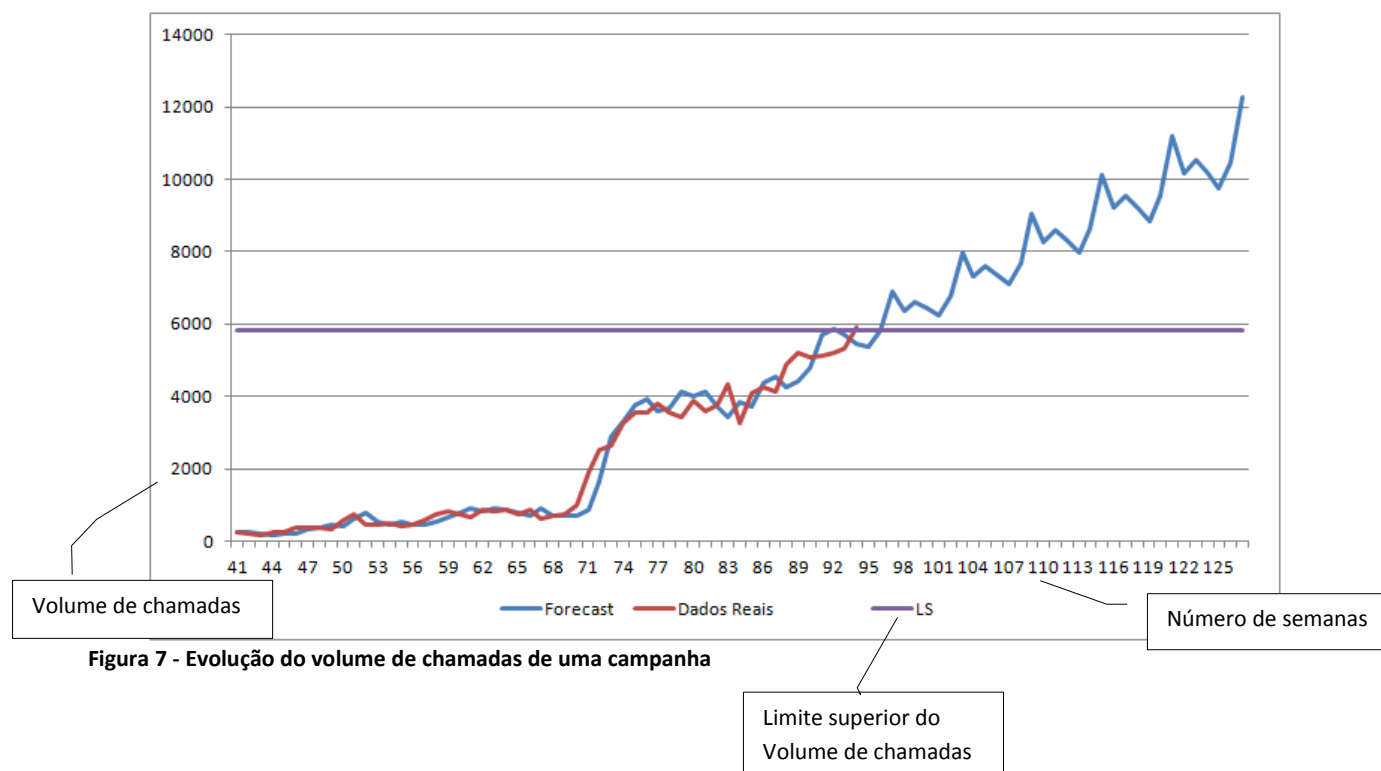


Figura 6 - Processo de Gestão de Horários

Uma vez que o forecast efectuado pelo *Mission Control* pode sofrer alterações no espaço de um dia, devido, por exemplo, a novas campanhas publicitárias dos clientes, os horários depois de gerados podem não corresponder exactamente àquilo que é necessário. Nestes casos, segundo indicações do *Mission Control*, após a geração dos horários, é feito, pelo *Scheduling*, um reajuste manual dos horários (caso já não exista tempo útil suficiente para se gerarem novamente os horários).

No gráfico seguinte é possível ver um exemplo concreto da evolução ao longo das semanas do volume de chamadas de uma campanha (a vermelho), sendo estas chamadas pertencentes à categoria de *inbound*. É ainda de salientar que neste gráfico está representada a previsão do volume de chamadas da mesma campanha (a azul).





Através da Figura 7 - Evolução do volume de chamadas de uma campanha, Figura 1 - Relação entre clientes e centro de contactos é possível concluir que os valores previstos não se afastam muito dos valores observados. No entanto, nota-se uma grande variação no volume de chamadas a partir da 71ª semana. Esta variação deve-se provavelmente ao lançamento de um novo produto ou a um aumento da publicidade relativa ao cliente em questão.

Um exemplo de uma previsão para uma campanha encontra-se na tabela seguinte:

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00
Pedido	2	2	39	39	41	41	41	41	27	27	26	26	26	26	41	41	41	41	39	39	2	2

**Tabela 1 - Forecast para uma campanha**

Na tabela 1, a primeira linha corresponde aos períodos de funcionamento da campanha, sendo que cada célula dessa linha indica o número do período.

A segunda linha da tabela apresenta os intervalos horários de cada um dos períodos, sendo que cada célula corresponde às horas de término de cada um desses períodos. A campanha apresentada funciona portanto das 8h às 19h.

A terceira e última linha corresponde às necessidades da campanha em cada um dos períodos, pelo que em cada uma das células se encontra o número de pessoas que são necessárias em linha em cada período de funcionamento da campanha.

No final de todo o processo de gestão de horários encontra-se a correcção dos horários. Isto corresponde à introdução, pelos supervisores de cada campanha, no sistema de gestão, do horário que cada agente realizou. Apesar de cada agente ter um horário a ele atribuído, pode sempre dar-se o caso de faltar um agente ou existir uma alteração em tempo real do volume de chamadas, o que pode levar a que os horários tenham de ser ajustados no próprio dia de forma a se conseguir cobrir as necessidades da campanha.

Esta correcção dos horários é feita pela equipa de supervisão da operação que no final de cada turno de cada agente, corrige o horário deste, de forma a que corresponda ao que este realmente efectuou.

Uma medida de análise de cada campanha ou cada projecto resulta da avaliação dos horários, à qual se dá o nome de “*schedule adherence*”. Este permite avaliar se os horários gerados são realmente cumpridos pelos agentes, permitindo uma melhor gestão quer das campanhas, quer do comportamento dos agentes e ainda a identificação, caso existam, de necessidades de alterações no processo de geração dos horários.

Com o desenvolvimento de uma ferramenta que gera automaticamente os horários obteve-se um conjunto de benefícios, como por exemplo:

- reduzir o número de agentes em falta ou em excesso em cada período de funcionamento das campanhas
- otimizar as limitações de espaço
- libertar horas de trabalho ao responsável pela planificação dos horários e ainda distribuir os agentes da melhor forma de modo a evitar recrutamentos desnecessários.

#### 1.4. Método de Resolução do problema

Face ao número elevado de horários a gerar tentou-se de alguma forma encontrar um método que permitisse a geração automática destes. Para além de um simples método automático, procurou-se encontrar um processo inteligente que permitisse minimizar os erros na geração dos horários e os desvios da marcação ao realmente necessário a cada campanha. Para o efeito, a utilização de técnicas de investigação operacional revelou-se adequada.

Fazendo um pequeno resumo histórico do modelo de escalonamento, segue-se uma breve descrição dos vários momentos chave desta:

##### 1) **FASE 1 - Criação do Modelo Inicial**

Os primeiros desenvolvimentos foram realizados em 2005, sendo que na altura a dimensão e complexidade do centro de contactos seriam completamente distintas.

Existindo na altura poucas campanhas e um conjunto relativamente pequeno de agentes (face à actualidade), a complexidade do problema era muito mais reduzida levando a que os desenvolvimentos no processo de geração automático dos horários nunca fossem além da marcação simples dos agentes. No entanto, a forma como o modelo foi construído inicialmente permitiria servir de base a um crescimento deste, abrindo horizontes no sentido de novas implementações e novos desafios que consequentemente iriam permitir o crescimento do centro de contactos e que ao mesmo tempo seria motivado pelo crescimento deste.

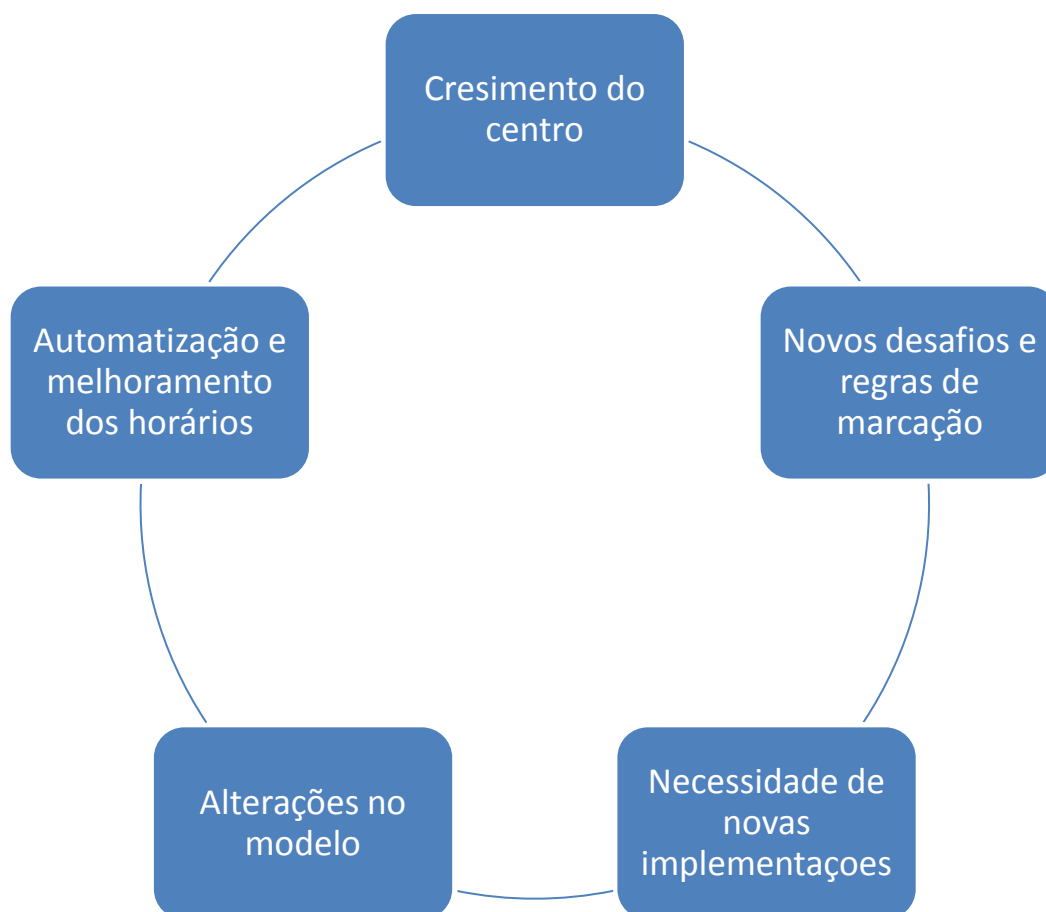


Figura 8 - Relação entre alterações no modelo e o crescimento do centro de contactos

## 2) **FASE 2 - Expansão do Modelo Inicial**

Com a evolução e consequente crescimento da empresa foi necessário expandir o modelo inicialmente utilizado de forma a conseguir contemplar a geração de não apenas horários diários mas também de horários semanais e quinzenais.

Uma vez que o modelo inicial se aplicava à geração de um único dia, este teve de ser reformulado de forma a incluir variáveis que permitissem controlar as marcações não só *intra-day* mas também *inter-day*.

Apesar de o modelo ter uma estrutura base comum a todas as campanhas, uma vez que cada cliente tinha as suas exigências a nível de regras de marcação, houve a necessidade de criar um modelo para cada projecto de forma a gerar os horários para cada um destes separadamente e considerando as distintas regras de marcação de cada um.

Assim sendo, existiria um modelo de marcação associado a cada um dos projectos, sendo necessário aquando da geração a aplicação do modelo correspondente de forma a incluir as restrições de cada um.

## 3) **FASE 3 - Reformulação do Modelo Inicial**

Com o surgimento de novos desafios e consequentemente novos problemas a nível de marcação dos horários, o rumo que a empresa estaria a tomar implicava uma reformulação do modelo inicial e uma integração de todos os modelos até então utilizados num único que

permitisse a geração dos horários de qualquer campanha em qualquer momento e para qualquer período de tempo.

Assim sendo, foram analisados todos os modelos até então utilizados, de forma a perceber-se quais as diferenças e quais as restrições a associar a cada um dos projectos e portanto a implementar no novo modelo.

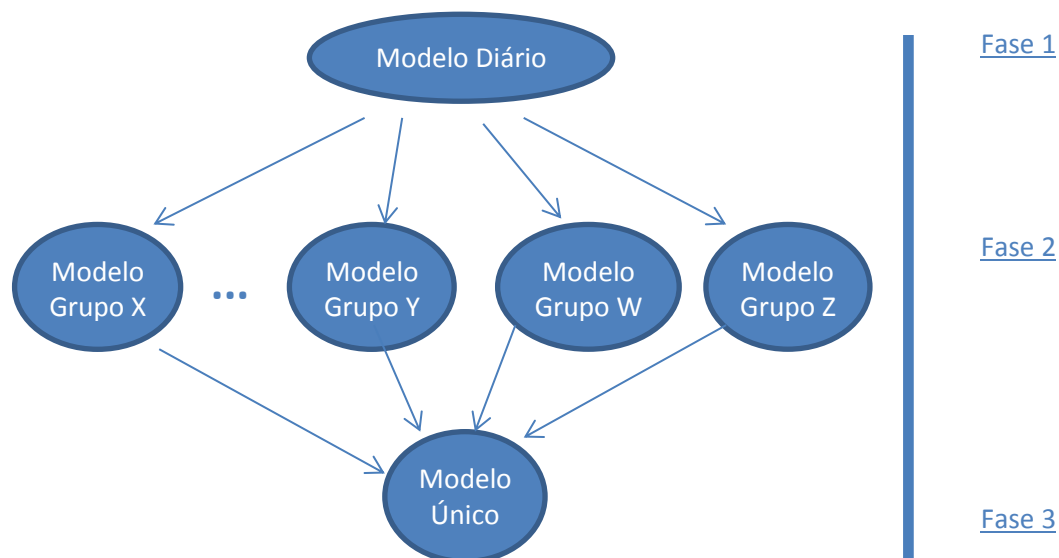


Figura 9 - Evolução do Modelo de Geração

O processo encontrado para resolução do problema apresentado recorre, então, a modelos em programação matemática que permitem modelar todas as questões inerentes aos horários dos agentes. Em particular estes modelos são construídos em programação linear inteira sendo que, todas as variáveis utilizadas nestes são, portanto, inteiras.

Assim, a geração dos horários passa pela resolução do problema modelado. No entanto, devido à complexidade do problema a resolução desta é feita em duas partes. Na primeira é resolvida a relaxação linear deste e na segunda é utilizada a técnica de *Branch and Bound* que utiliza a solução obtida na primeira etapa para encontrar a solução óptima a partir desta.

## 2. Contextualização Bibliográfica

O negócio inerente aos centros de contactos depende muito da eficiência na marcação dos horários dos agentes. Esta marcação deverá ser de tal forma que se consiga uma distribuição muito aproximada ao previsto para cada campanha. O problema aqui apresentado prende-se, então, com a construção de horários para os agentes de acordo com as suas disponibilidades, que satisfaçam não só as regras legais mas também as regras de negócio de cada uma das campanhas. Este poderia ser encarado como um problema de escalonamento de agentes ou como um problema de afectação de tarefas (campanhas) a agentes.

De acordo com a descrição do problema, uma vez que se pretende atribuir um horário a cada agente, este encaixa perfeitamente na definição de um problema de escalonamento. No entanto, a maioria dos desenvolvimentos feitos para este problema partem do princípio que os turnos possíveis em cada dia já se encontram inicialmente definidos antes da modelação do problema (considere-se por exemplo, Gärtner *et al.* [1] ou Meisels and Schaerf [2]). No problema em questão não se encontram estabelecidos *a priori* quaisquer turnos, sendo estes construídos durante a resolução do problema da forma que melhor corresponder aos objectivos deste.

Por outro lado, a maioria das formulações existentes consideram que todos os agentes têm capacidade para realizar todas as tarefas ou então consideram a existência de apenas uma tarefa onde todos os agentes têm de ser alocados (por exemplo, Atlason *et al.* [3]). As situações referidas não se enquadram no problema apresentado neste documento uma vez que corresponderiam a um problema onde cada agente teria apenas formação numa campanha não existindo cruzamento de agentes entre campanhas. A formulação sugerida por Naudin *et al.* [4] permite a marcação de agentes com mais do que uma formação distribuindo o horário destes pelas diferentes campanhas. No entanto, esta formulação parte do princípio que o início e a duração de cada um dos blocos de trabalho em cada campanha se encontram determinados *a priori*. Outra possibilidade para abordar o problema seria a formulação apresentada por Pot *et al.* [5] uma vez que esta permite a afectação de agentes a mais do que uma campanha. No entanto, também esta formulação considera que os turnos de cada agente já se encontram estabelecidos *a priori*, modelando o problema apenas a partir daí.

Assim sendo, não existe ainda uma formulação que permita a flexibilidade exigida para o problema em questão. Para além da construção dos turnos de cada agente é necessário encontrar a distribuição de agentes que melhor satisfaz as necessidades de cada campanha, respeitando não só todas as regras legais mas também as regras de negócio das campanhas. Caso os agentes tenham formação em mais do que uma campanha, é necessário formular o problema de forma a que os agentes possam ser marcados nas diferentes campanhas sem que os blocos de trabalho em cada campanha se encontrem previamente definidos.

Este problema poderia ser, então, abordado de duas formas. A primeira seria considerar uma decomposição do problema em dois, resolvendo primeiro um e de seguida o outro com base na solução obtida no primeiro. O ideal seria considerar primeiro o problema de geração de turnos de acordo com as necessidades das campanhas e de seguida resolver o problema de atribuição dos turnos encontrados a cada um dos agentes segundo as suas disponibilidades. No entanto, esta não será uma abordagem que permita uma grande optimização uma vez que a partir do momento em que os turnos estejam criados, apenas resta afectar um turno a cada agente não permitindo um manuseamento do problema com suficiente elasticidade. A segunda abordagem ao problema seria considerar uma integração do problema de escalonamento com o de afectação. Desta forma o objectivo será encontrar uma solução que optimize os dois problemas simultaneamente. É esta abordagem que é sugerida por Telhada [6], e que será seguida no presente documento.

### 3. Regras a considerar na Gestão de Horários

Para a geração dos horários, há que considerar diferentes regras de marcação, havendo a necessidade de dividir estas regras em dois grandes tipos:

- Regras Legais
- Regras de Negócio

As regras legais são aquelas que todos os horários devem respeitar de acordo com as regras do Código do Trabalho, sendo a base de todo o processo de geração de horários.

As regras de negócio são as regras que são determinadas pelos responsáveis das campanhas e/ou pelo Mission Control.

Será apresentada de seguida uma explicação mais elaborada dos dois tipos de regras de marcação.

#### 3.1. Regras Legais

Para a construção dos horários dos agentes, é necessário ter em conta todas as restrições legais de forma a que estes respeitem o código de trabalho. As restrições legais a ter em conta são as seguintes:

**3.1.1.** Cada agente deve ter um dia de folga a cada 7 dias. No entanto, foi estabelecido no centro de contactos que seriam dados aos agentes dois dias de folga em vez de apenas um.

**3.1.2.** Os agentes devem ser marcados a sua carga contratual por inteiro durante cada semana, excepto casos onde sejam aplicada adaptabilidade.

**3.1.3.** O número de horas consecutivas que cada agente pode ser marcado é cinco horas, sendo que se o contrato deste for superior a 25 horas semanais, este deverá ter uma pausa de uma hora no seu horário entre os dois turnos.

**3.1.4.** O número limite de dias consecutivos a trabalhar entre semanas é de seis dias.

Tal como referido na página 8 (secção *Apresentação do negócio*), se um agente tiver formação para trabalhar em mais do que uma campanha, os horários destas campanhas devem ser gerados em simultâneo, uma vez que os agentes podem ser marcados em mais do que uma campanha em cada dia.

#### Exemplo 3:

*Agente A*

*Formação na campanha 1 e na campanha 2*

*Horário de funcionamento da campanha 1: 9h-12h*

*Horário de funcionamento da campanha 2: 13h-18h*

*Horário do agente A num dia:*

09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00
1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Note-se que as horas indicadas em cada célula correspondem à hora de fim do período representado. Cada célula representa, portanto, um período de meia hora.

Pelo quadro acima apresentado o agente A, tendo formação na campanha 1 e na campanha 2, foi marcado das 9h às 12h na campanha 1 e das 13h às 18h na campanha 2.

É pertinente ainda referir que os agentes a trabalhar num centro de contactos podem ter vários tipos de contrato. O tipo de contrato de cada agente (inserido pelo Employee Support no sistema de gestão) leva a que estes tenham condições diferentes dentro da empresa a nível dos seus horários.

Relativamente às marcações dos agentes nos feriados há que ter especial atenção. Com a existência de vários sites, é necessário considerar os feriados locais para além dos feriados nacionais. Assim, para cada uma das campanhas de cada site é necessário incluir restrições referentes aos feriados locais.

Há ainda que ter em atenção que os agentes que trabalhem nos feriados, têm direito a gozar um dia de folga extra por cada feriado trabalhado.

Para os agentes alocados a projectos de língua estrangeira, a folga estará associada ao feriado do país correspondente. No entanto, caso os feriados de cada país sejam inferiores aos feriados nacionais, o agente terá direito a gozar a diferença.

### **3.2. Regras de Negócio**

Para cada uma das campanhas estão pré-estabelecidas, pelos responsáveis, algumas regras de negócio que influenciam a geração dos horários.

Apresentam-se de seguida as regras de negócio normalmente aplicadas (em algumas campanhas estas regras são aplicadas em simultâneo):

**3.2.1.** Folgas Consecutivas

**3.2.2.** Adaptabilidade

**3.2.3.** Hora de entrada igual em todos os dias do período de geração

**3.2.4.** Desvio de duas horas na hora de entrada de geração para geração

**3.2.5.** Número de dias de fim-de-semana que cada agente pode trabalhar dentro de cada período de geração.

**3.2.6.** Cada agente deverá ser marcado no mínimo três horas em cada dia em que é marcado para trabalhar.

**3.2.7.** Cada agente deve ser marcado um quinto da sua carga contratual em cada dia que é marcado.

Relativamente ao conceito de adaptabilidade, este é um regime de marcação dos agentes que permite oferecer uma melhor resposta ao volume de chamadas de cada campanha.

Esta consiste na distribuição da carga contratual dos agentes por períodos de referência de forma a que no final desse período de referência, a diferença entre as horas marcadas e as horas contratuais seja nula.

O regime de adaptabilidade pode ser aplicado a diferentes períodos de referência, como por exemplo:

- Adaptabilidade aplicada ao mês (as horas contratuais dos agentes são distribuídas pelo mês);
- Adaptabilidade aplicada à quinzena (as horas contratuais dos agentes são distribuídas pela quinzena);
- Adaptabilidade aplicada à semana (as horas contratuais dos agentes são distribuídas pela semana);
- Adaptabilidade aplicada a um período de referência de quatro meses
- Regime de banco de horas (Cada agente tem um número máximo de horas que pode ser marcado a mais, podendo ser utilizadas ou não.);

No caso do regime de adaptabilidade aplicada a um período de referência de quatro meses, há que diferenciar a adaptabilidade aplicada a cada geração:

- Adaptabilidade para cima - Cada agente pode ser marcado até mais 2 horas por dia, sendo que por semana pode ser marcado no máximo até mais 10 horas do que o estabelecido em contrato.

- Adaptabilidade para baixo - Cada agente pode ser marcado até menos 2 horas por dia, sendo que por semana pode ser marcado no máximo até menos 10 horas do que o estabelecido em contrato.

Em cada geração de horários apenas pode ser aplicado, por decisão do centro de contactos, um destes dois tipos de adaptabilidade, não podendo dar-se o caso de na mesma geração existirem agentes a quem estão a ser marcadas mais horas e ao mesmo tempo agentes a quem estão a ser marcadas menos horas.

No final do período de referência dos quatro meses, tal como nos outros tipos de adaptabilidade, o saldo de adaptabilidade deverá ser zero.

Exemplo 4:

O agente A tem uma carga contratual de 40 horas semanais e encontra-se abrangido pela cláusula da adaptabilidade fechada à semana.

A campanha 1 funciona de segunda a sexta-feira sendo que se prevê um volume de chamadas maior à segunda-feira, decrescendo este ao longo da semana.

Sendo que o agente A tem formação na campanha 1, por forma a responder melhor às necessidades da campanha, este agente pode ser marcado da seguinte forma:

*Segunda-feira: 10 horas*

*Terça-feira: 9 horas*

*Quarta-feira: 8 horas*

*Quinta-feira: 8 horas*

*Sexta-feira: 5 horas*

Total de horas marcadas na semana: 40.

Saldo de adaptabilidade no final da semana : 0.

Caso se preveja que a campanha 1 terá um volume de chamadas na primeira semana superior ao da segunda semana, o regime favorável de adaptabilidade a aplicar ao agente será à quinzena. Desta forma será possível distribuir melhor a carga contratual das duas semanas.

Semana 1

*Segunda-feira: 10 horas*

*Terça-feira: 10 horas*

*Quarta-feira: 10 horas*

*Quinta-feira: 10 horas*

*Sexta-feira: 10 horas*

Total de horas marcadas na semana 1: 50.

Saldo de adaptabilidade no final da semana 1: 10.

Semana 2

*Segunda-feira: 6 horas*

*Terça-feira: 6 horas*

*Quarta-feira: 6 horas*

*Quinta-feira: 6 horas*

*Sexta-feira: 6 horas*

Total de horas marcadas na semana 1: 30.

Saldo de adaptabilidade no final da semana 1: 0.



Em relação à marcação dos agentes ao fim de semana, há que ter em atenção diversas situações:

- Se o agente tem férias numa segunda-feira, este não é marcado para trabalhar no fim-de-semana anterior.
- Se o agente tem férias numa sexta-feira, este não é marcado para trabalhar no fim-de-semana seguinte.

## 4. Modelação

Uma vez que um centro de contactos serve vários clientes e que cada cliente tem várias campanhas a funcionar, para a geração dos horários era utilizado um modelo para cada grupo. A base de cada modelo seria sempre idêntica em todos, permitindo a marcação de todos os agentes segundo as regras de marcação existentes. Estes modelos diferiam apenas na inclusão ou exclusão de certas restrições uma vez que nem todos os projectos funcionam com as mesmas regras. Para além disto, o modelo inicial seria demasiado estático permitindo a marcação apenas de campanhas com horários semanais ou de campanhas com horários quinzenais.

Inicialmente o grande problema encontrado no modelo inicial seria exactamente a falta de elasticidade do modelo e a existência de demasiados modelos. Por isso, como primeiro objectivo estabeleceu-se a construção de um modelo único que agregasse todos os modelos e abrangesse todas as situações possíveis nas marcações dos horários. Para além disto, o modelo inicial apresentava grandes dificuldades ao gerir as marcações de horários de campanhas cujo horário de funcionamento incluísse as madrugadas. Com a necessidade de considerar a passagem de um dia para o outro, o modelo inicial não assegurava uma marcação satisfatória. Desta forma, para além de ser imperativa a construção de um modelo único mais elaborado, era necessária também uma reformulação deste com vista a permitir a marcação dos agentes durante as madrugadas.

A reformulação do modelo inicial trouxe um aumento de complexidade ao modelo que mesmo depois de ser reduzida por um processo de eliminação de elementos desnecessários e redundantes no modelo, continuava a ser elevada e desnecessária em casos simples. O preço a pagar pela nova capacidade do modelo de gerir as marcações de um dia para outro de forma fluída e eficaz seria demasiado alto uma vez que aumentaria substancialmente o tempo de geração dos horários. Quando as campanhas para as quais estão a ser gerados os horários não funcionavam de madrugadas era desnecessária a reformulação do modelo inicial uma vez que este já trazia resultados satisfatórios.

Assim, efectuou-se uma nova reformulação de forma a que dentro do próprio modelo fosse feita uma divisão entre marcações diurnas e marcações de madrugadas. Cada agente, caso tivesse disponibilidade para ser marcado de madrugada e caso a campanha onde tivesse formação funcionasse de madrugada, era marcado pelo processo de marcação utilizado na reformulação do modelo inicial. Caso contrário, o processo a utilizar seria o já utilizado no modelo inicial.

No entanto, este modelo encontrado não estaria ainda totalmente adequado à realidade do centro de contactos. Com a evolução do centro foram sendo acrescentadas novas regras de marcação que viriam a influenciar o processo de marcação dos horários. Os agentes tinham agora de passar a ter sempre a mesma hora de entrada nos dias úteis durante todo o período de geração, podendo esta variar no máximo duas horas de geração para geração.

Ao implementar estas restrições no modelo, verificou-se, no entanto, que apesar de ser possível fazê-lo no processo de marcação de agentes de madrugadas, quando se tratavam de agentes diurnos a forma como o modelo inicial estava construído não permitia esta implementação. Assim, mais uma vez, foi necessária uma reformulação do modelo, incidindo esta na formulação da marcação dos agentes diurnos.

O modelo final encontrado permite finalmente a marcação dos agentes segundo todas as regras de marcação existentes no centro de contactos, quer as legais como as de negócio inerentes a cada uma das campanhas. O modelo encontra-se por isso dentro de um nível satisfatório permitindo englobar todas as situações até então encontradas e devolvendo soluções que envolvem menos alterações manuais.

## 5. Avaliação do Modelo final

Com o intuito de avaliar o desempenho do novo modelo, foram efectuados alguns testes de forma a confrontar os resultados obtidos com o modelo inicial com os resultados obtidos com o novo modelo. O objectivo fulcral da reformulação do modelo inicial prendia-se com o melhoramento das soluções obtidas. Antes da reformulação era necessária uma validação manual que despendia muito tempo uma vez que muitas restrições não estavam implementadas. Algumas restrições tal como a restrição que obriga a que os agentes tenham sempre a mesma hora de entrada durante cada geração de horários não era possível sequer de implementar no modelo inicial.

Assim sendo, serão apresentadas as soluções obtidas para dois casos de forma a comparar o antes e o depois da reformulação do modelo.

### 5.1. Teste 1 - Horários Semanais sem marcações ao fim de semana

Campanha com 16 agentes.  
Horário de funcionamento: 2ª a 6ª – 9h-21h

Resultados obtidos com o Modelo Inicial:

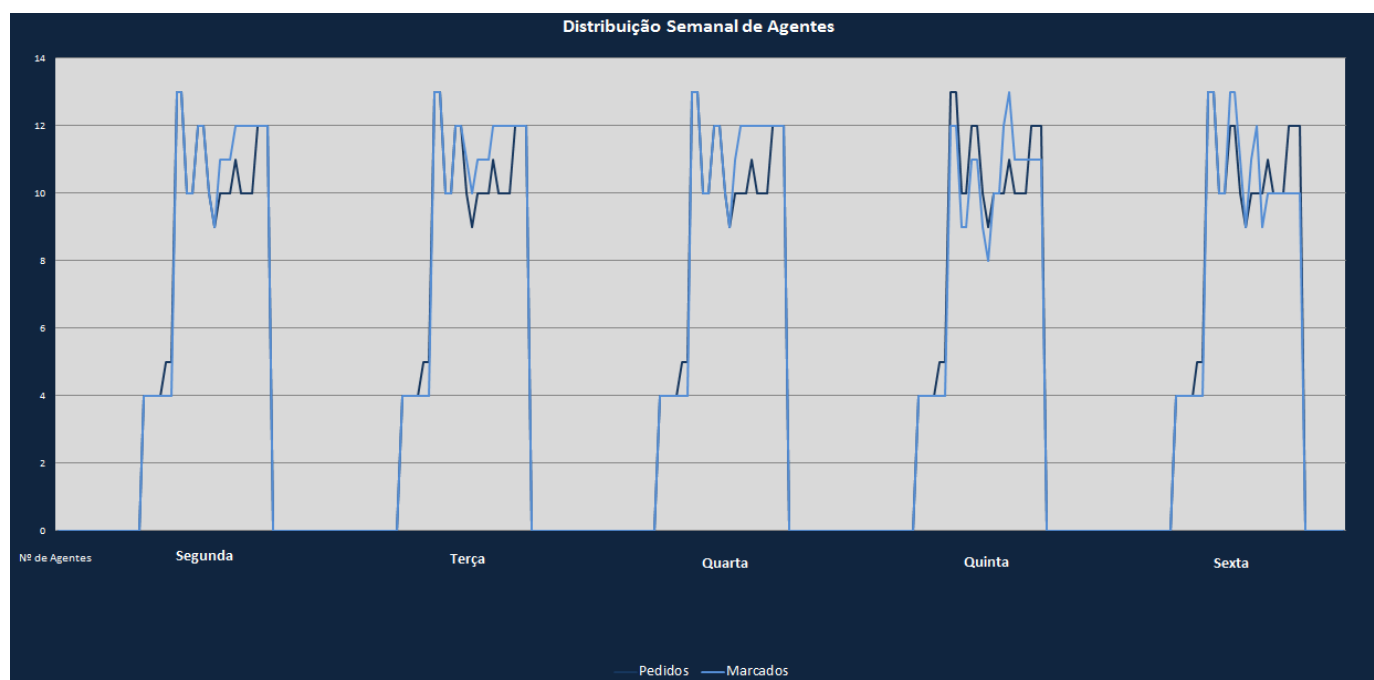


Figura 10 - Distribuição semanal dos agentes nos horários gerados pelo Modelo Inicial para o Teste 1

Uma vez que a campanha mencionada envolve 16 agentes, a apresentação dos horários de todos tornar-se-ia difícil e um pouco confusa. Seleccionou-se por isso um grupo de cinco agentes e apenas os horários destes serão apresentados.

Login	Dia	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	Contrato	hora_inicio
AHLC	13-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	40	17
AHLC	14-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
AHLC	15-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
AHLC	16-out	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		
AHLC	17-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1		
AHLC	18-out																										
AHLC	19-out																										
BDTF	13-out							0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	31
BDTF	14-out							0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	15-out							0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	16-out							0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	17-out							1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	18-out																	0	0	0	0	0	0	0	0		
BDTF	19-out																										
CCDP	13-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40	23
CCDP	14-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CCDP	15-out	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		
CCDP	16-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CCDP	17-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CCDP	18-out																										
CCDP	19-out																										
CRGT	13-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40	23
CRGT	14-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CRGT	15-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CRGT	16-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CRGT	17-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CRGT	18-out																										
CRGT	19-out																										
CROA	13-out	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	40	23
CROA	14-out	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0		
CROA	15-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CROA	16-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CROA	17-out	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
CROA	18-out																										
CROA	19-out																										

Figura 11 - Horários de 5 agentes gerados com o Modelo Inicial para o Teste 1

Como é possível verificar na imagem acima, o modelo inicial permite a marcação da carga contratual completa dos agentes e segundo as regras legais apresentadas. No entanto, foi já referido que foi estabelecido como regra do centro de contactos que todos os agentes devem ter a mesma hora de entrada durante todo o período de geração de horários e que essa hora de entrada pode variar no máximo duas horas de uma geração para outra. O modelo inicial não permite essa marcação e portanto alguns agentes dos acima apresentados foram marcados com variações na hora de entrada ao longo da semana. Na última coluna da imagem encontra-se indicado o período referente à hora de entrada do último dia de horário de cada agente na geração anterior a esta apresentada. No entanto, e uma vez que esta restrição não se encontra implementada no modelo inicial, os agentes encontram-se marcados com variações superiores a duas horas.

Depois de gerados os horários, têm de ser feitas alterações manuais por forma a colocar todos os agentes com a mesma hora de entrada ao longo da semana e de forma a que esta não varie mais do que duas horas em relação à geração anterior.

#### Resultados obtidos com o Modelo Final:

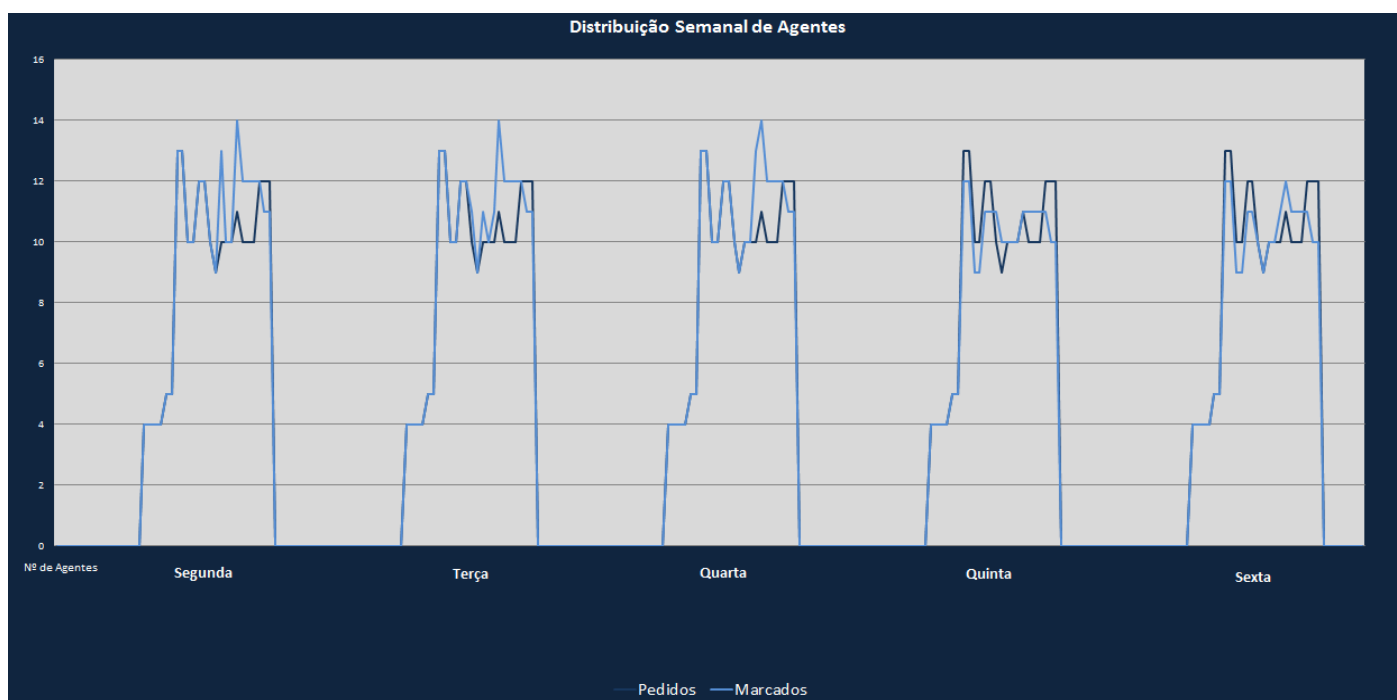


Figura 12 - Distribuição semanal dos agentes nos horários gerados pelo Modelo Final para o Teste 1

Uma vez que a campanha apresentada tem um horário de funcionamento muito reduzido, a nível de distribuição dos agentes não são visíveis grandes melhorias com a utilização do modelo final.

No entanto, os horários dos cinco agentes apresentados anteriormente passam agora a respeitar todas as regras de marcação:

			17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Login	Dia		9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00	16:30	17:00	17:30	18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	Contrato	hora_inicio
AHLC	13-out		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	40	17
AHLC	14-out		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
AHLC	15-out		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
AHLC	16-out		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0		
AHLC	17-out		0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0		
AHLC	18-out						1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0		
AHLC	19-out																											
BDTF	13-out								0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	25	31
BDTF	14-out								0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	15-out								0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	16-out								0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	17-out								0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	18-out																1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
BDTF	19-out																1	1	1	1	1	1	1	1	1			
CCDP	13-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40	23
CCDP	14-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1		
CCDP	15-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CCDP	16-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
CCDP	17-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CCDP	18-out									1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CCDP	19-out																											
CRGT	13-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	40	23
CRGT	14-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
CRGT	15-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CRGT	16-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
CRGT	17-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
CRGT	18-out									1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
CRGT	19-out																											
CROA	13-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	40	23
CROA	14-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CROA	15-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CROA	16-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CROA	17-out		0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
CROA	18-out									1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1		
CROA	19-out																											

Figura 13 - Horários de 5 agentes gerados com o Modelo Final para o Teste 1

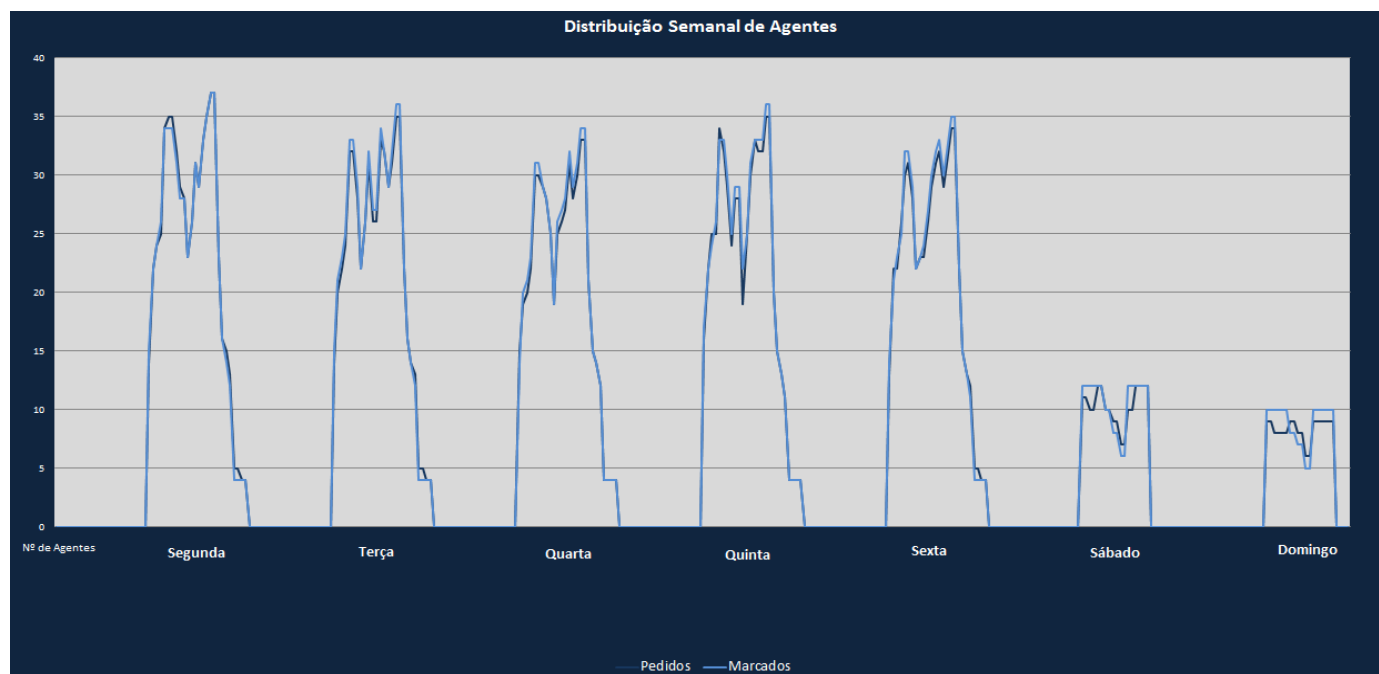
Como é possível verificar, todos os agentes têm a mesma hora de entrada ao longo da semana e esta varia no máximo duas horas em relação à geração anterior.

Neste caso não são necessárias quaisquer alterações manuais aos horários e portanto os resultados obtidos são muito mais satisfatórios do que os obtidos com o modelo inicial.

Comparando a solução obtida com o modelo inicial com a solução obtida com o modelo final, por vezes pode existir uma degradação da solução inicial face à distribuição prevista de chamadas. Com a solução final podem existir agentes em falta em determinado período que com a solução inicial não existiriam ou até agentes em excesso em períodos onde com o modelo inicial se conseguia marcar o número exacto de agentes previstos. No entanto, com o modelo final os horários já cumprem todas as regras de marcação. Esta degradação da solução será, portanto, um dos preços a pagar pela utilização de determinadas regras.



### Resultados obtidos com o Modelo Final:



Pelo gráfico acima, com o modelo final o período de fecho da campanha já se encontra assegurado.

[illegible]

Com o modelo final os agentes já têm a mesma hora de entrada durante os dias úteis da semana existindo uma variação máxima de duas horas na hora de entrada em relação à da geração anterior. As alterações manuais necessárias nestes horários são nulas e portanto também neste caso o modelo final se mostrou muito mais eficaz do que o modelo inicial.

Pelos dois testes apresentados no capítulo anterior, apesar de serem numa pequena escala, permitem concluir que existiram melhorias significativas com a construção do Modelo Final. Anteriormente seria necessário para cada grupo, seleccionar o modelo que mais se adequava às características do grupo. Caso não existisse nenhum modelo que contemplasse as regras inerentes a um grupo, seria necessário construir um novo modelo por forma a permitir a geração automática dos horários deste. Inclusive, caso o grupo não tivesse nenhuma regra específica, era necessário criar um modelo onde fossem incluídas todas as restrições base.

Depois de feita a reformulação do Modelo Inicial e com a implementação do Modelo Final estas primeiras dificuldades foram ultrapassadas. Caso um grupo não tenha nenhuma regra específica basta utilizar o Modelo Final sem especificar qualquer parâmetro de geração e, caso um grupo tenha uma determinada regra que não é utilizada por mais nenhum ou que ainda não se encontra implementada, basta que no próprio Modelo Final seja acrescentada a restrição indicando que esta apenas é válida para esse grupo.

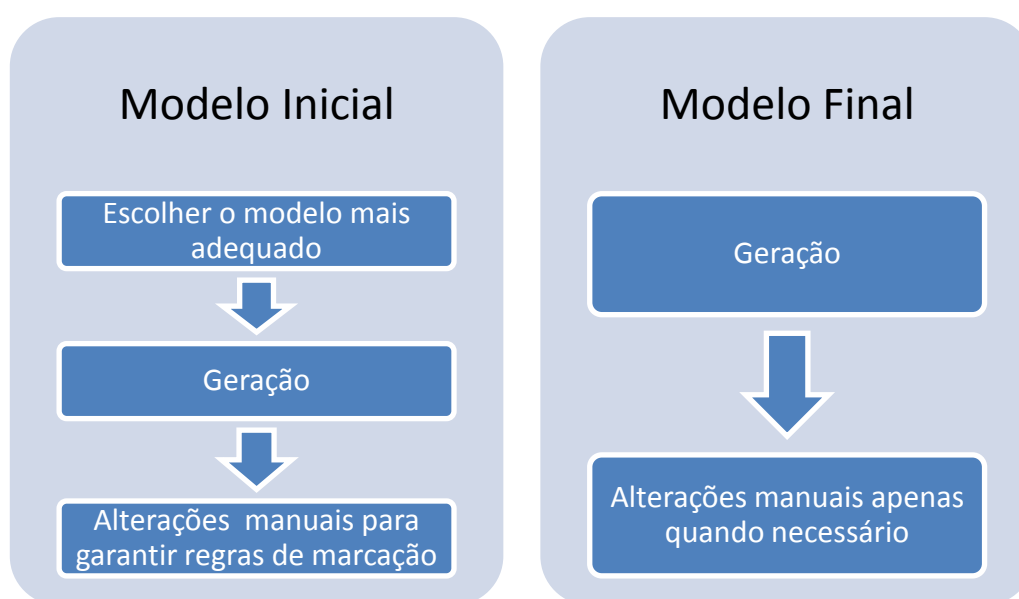


Figura 18 - Comparação entre Modelo Inicial e Modelo Final

No final da geração dos horários, tal como foi verificado nos testes apresentados, as alterações manuais necessárias aos horários são em número muito inferior quando utilizado o Modelo Final. O Modelo Inicial não permitia ainda a integração de determinadas restrições que representam regras de marcação implementadas no centro de contactos. Para garantir que estas regras eram cumpridas, os horários tinham de ser alterados manualmente depois de gerados. No caso de grupos com poucas campanhas e poucos agentes estas alterações podem ser rápidas. No entanto, a maior parte dos grupos implicam muitas alterações, sendo que estas podem ser morosas. Estas alterações, sendo manuais, podem ainda levar a erros na validação dos horários que podem prejudicar quer campanhas, quer agentes.

Assim, com o Modelo Final já não são necessárias alterações manuais nos horários, sendo efectuados apenas pequenos ajustes rápidos e que não interferem muito com os horários gerados.



## 6. Conclusões e Futuros Desenvolvimentos

O problema apresentado neste documento remetia para um problema de difícil resolução que relacionava um problema de escalonamento com um problema de afectação. Estes dois problemas resolvidos em separado já seriam complexos devido à conjuntura em que se encontram. Ao integrar um problema no outro, por forma a ir de encontro às necessidades do centro de contactos, encontrou-se um problema para o qual ainda não existiam desenvolvimentos efectuados e cuja formulação não seria de todo trivial.

Assim, partindo de um Modelo Inicial já existente foram feitas reformulações e novos desenvolvimentos que culminaram na construção de um Modelo Final. Este Modelo Final permitiu integrar todas as novas regras de marcação que foram sendo implementadas no centro de contactos, bem como novas regras específicas de determinados grupos que antes se mostravam impossíveis de implementar devido à forma como o Modelo Inicial se encontrava formulado.

O Modelo Final permite agora abrir novos horizontes para a marcação dos agentes, permitindo inclusive a geração de horários para um espaço temporal muito mais alargado do que o permitido pelo Modelo Inicial.

Como desenvolvimento futuro pretende-se implementar no Modelo Final uma forma de gerar horários com base em rotações de horários. No caso de um agente se encontrar marcado num período de geração para um horário da manhã, pretende-se que o Modelo Final seja capaz de garantir que na geração seguinte esse mesmo agente será marcado num horário da tarde ou da noite. Apesar dos agentes continuarem a ser marcados com a mesma hora de entrada nos dias úteis durante todo o período de geração, esta deverá variar de geração para geração, não apenas as duas horas estabelecidas como máximo, mas sim segundo um padrão definido. A implementação destas rotações nos horários visa satisfazer os agentes por forma a garantir que a partir do momento em que um agente se encontra marcado num determinado horário este não será sempre marcado nesse mesmo horário, nunca deixando para segundo plano as regras de negócio.

Como de momento se pretende introduzir uma maior rotatividade dos fins-de-semana, pretende-se de futuro encontrar um processo que permita equidade na marcação destes dias. Esta insatisfação será substancialmente em grupos com horários com folgas consecutivas uma vez que esta regra em conjunto com a regra legal que estabelece como seis o número máximo de dias consecutivos a marcar entre semanas leva a uma marcação consecutiva dos agentes nos fins-de-semana.

A partir do momento em que um agente é marcado num fim-de-semana para satisfazer as necessidades da campanha onde tem formação, num caso extremo, em que o agente é marcado de quarta a domingo, este apenas pode ter um fim-de-semana inteiro de folga ao fim de seis semanas e apenas e só se os horários seguirem o esquema seguinte:

Semana 1

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
Folga	Folga	x	x	X	x	X

Semana 2

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
X	Folga	Folga	x	X	x	X

## Semana 3

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
X	x	Folga	Folga	X	x	X

## Semana 4

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
X	x	x	Folga	Folga	x	X

## Semana 5

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
X	x	x	x	Folga	Folga	X

## Semana 6

Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado	Domingo
X	x	x	x	X	Folga	Folga

Figura 19 – Marcação de agentes com 6 dias consecutivos entre semanas e folgas consecutivas

Caso por necessidades das campanhas, em alguma destas semanas seja necessário quebrar o esquema, já não será possível garantir o fim-de-semana de folga ao fim das seis semanas. No limite pode acontecer um agente ser marcado sempre em todos os fins-de-semana e um outro agente da mesma campanha nunca ser marcado nos fins-de-semana.

Pretende-se, então, encontrar um processo que permita analisar o número de fins-de-semana que cada agente foi marcado desde o início da(s) campanha(s) onde estes têm formação de forma a que, apesar da dificuldade acima apresentada e que não pode ser contornada uma vez que está inerente uma regra legal e outra de negócio, seja garantida uma distribuição dos fins-de-semana pelos agentes de forma mais justa.

Outro dos desenvolvimentos ainda a efectuar será a criação de um modelo de marcação para os supervisores de cada campanha. Uma vez que cada supervisor se encontra responsável por uma equipa de agentes, o horário deste deverá ser de tal forma que englobe o número máximo de agentes. Desta forma os horários destes devem ser gerados tendo por base os horários dos agentes.

## 7. Bibliografia

### Sites da Internet

- <http://pt.wikipedia.org/wiki/Teleperformance>
- <http://www.teleperformance.com/en.aspx>

### Livros e artigos

Manual de Processos – Gestão de Horários, Teleperformance, 2012

- [1] Gärtner, J.; Musliu, N.; Slany, W., Rota: a research project on algorithms for workforce scheduling and shift design optimization, Artificial Intelligence Communications, Volume 14, Number 2, 83–92 (2001)
- [2] Meisels, A.; Schaerf, A., Modelling and Solving Employee Timetabling Problems, Annals of Mathematics and Artificial Intelligence, Volume 39, Number 1-2, 41–59 (2003)
- [3] Atlason, J.; Epelman, M. A.; Henderson, S. G., Call Center Staffing with Simulation and Cutting Plane Methods, Annals of Operations Research, 127, 333–358 (2004)
- [4] Naudin, É.; Chan, P.Y.C.; Hiroux, M.; Zemmouri, T.; Weil, G., Analysis of three mathematical models of the Staff Rostering Problem, accepted for publication in Journal of Scheduling (2010)
- [5] Bhulai, S.; Koole, G.; Pot, A., Simple Methods for Shift Scheduling in Multiskill Call Centers, Manufacturing & Service Operations Management, Volume 10, Number 3, 411–420 (2008)
- [6] Telhada, João: Alternative MIP formulations for an integrated shift scheduling and task assignment problema (2012).